

# OPTICAL FIBER TRANSMISSION LINE

**Publication number:** JP2002232355

**Publication date:** 2002-08-16

**Inventor:** TSURITANI TAKEHIRO; TANAKA HIROHITO;  
EDAKAWA NOBORU; SUZUKI MASATOSHI

**Applicant:** KDDI SUBMARINE CABLE SYSTEMS I

**Classification:**






- international: **G02B6/02; H04B10/02; H04B10/12; H04B10/13;  
H04B10/135; H04B10/14; H04B10/18; G02B6/02;  
H04B10/02; H04B10/12; H04B10/13; H04B10/135;  
H04B10/14; H04B10/18; (IPC1-7): H04B10/02;  
G02B6/10; H04B10/12; H04B10/13; H04B10/135;  
H04B10/14; H04B10/18**

- European: **H04B10/18D2**

**Application number:** JP20010023300 20010131

**Priority number(s):** JP20010023300 20010131

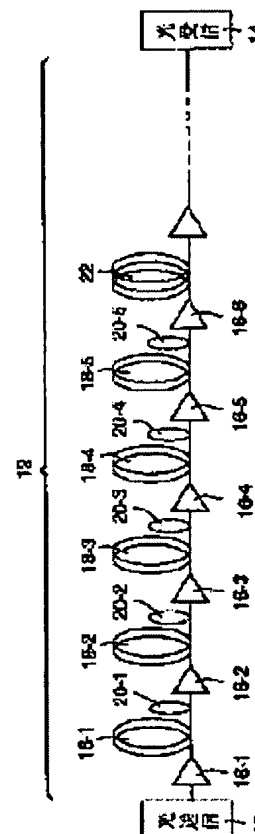
**Also published as:**

 EP1229676 (A2)  
 US6754420 (B2)  
 US2002118936 (A1)  
 EP1229676 (A3)  
 CA2359553 (A1)

**Report a data error here**

## Abstract of JP2002232355

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To achieve improved long-distance transmission characteristics by two types of optical fibers.  
**SOLUTION:** A 5-relay span of a 6-relay span comprises a positive dispersion optical fiber 18 and a negative dispersion optical fiber 20, and the accumulation wavelength dispersion and the dispersion probe of the positive dispersion optical fiber 18 are compensated for by the negative dispersion optical fiber 20. The last 1-relay span is made of a positive dispersion optical fiber 22 made of the same optical fiber as the positive dispersion optical fiber 18. The length of each relay span is essentially the same. Average wavelength dispersion  $D_{local}$  after local dispersion compensation by the negative dispersion optical fiber 20 ranges from 1 ps/nm/km to 4 ps/nm/km, and average wavelength dispersion  $D_{avg}$  after dispersion compensation by the positive dispersion optical fiber 22 is a positive or negative value close to zero.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-232355  
(P2002-232355A)

(43) 公開日 平成14年 8月16日 (2002. 8. 16)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 B 10/02		G 0 2 B 6/10	C 2 H 0 5 0
10/18		H 0 4 B 9/00	M 5 K 0 0 2
G 0 2 B 6/10			Q
H 0 4 B 10/14			
10/135			

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-23300 (P2001-23300)

(22) 出願日 平成13年 1月31日 (2001. 1. 31)

(71) 出願人 595162345  
ケイディディアイ海底ケーブルシステム株式会社  
東京都新宿区西新宿 3丁目 7番 1号

(72) 発明者 釣谷 剛宏  
埼玉県上福岡市大原二丁目 1番15号株式会社ケイディディ研究所内

(72) 発明者 田中 啓仁  
埼玉県上福岡市大原二丁目 1番15号株式会社ケイディディ研究所内

(74) 代理人 100090284  
弁理士 田中 常雄

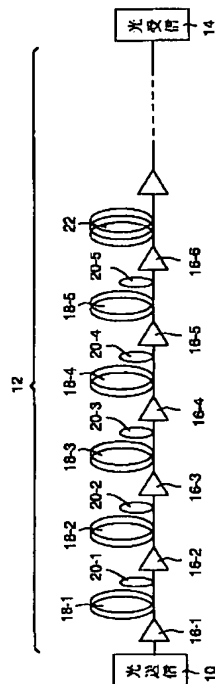
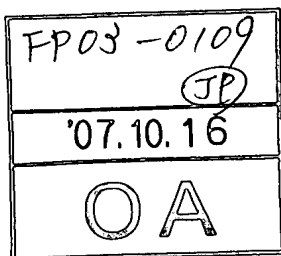
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ伝送路

(57) 【要約】

【課題】 2種類の光ファイバで良好な長距離伝送特性を実現する。

【解決手段】 6中継スパンの5中継スパンは、正分散光ファイバ18と負分散光ファイバ20からなり、正分散光ファイバ18の累積波長分散及び分散スロープを負分散光ファイバ20で補償する。最後の1中継スパンは、正分散光ファイバ18と同じ光ファイバからなる正分散光ファイバ22からなる。各中継スパンの長さは実質的に等しい。負分散光ファイバ20による局所的な分散補償後の平均波長分散  $D_{local}$  は  $-1\text{ ps/nm/km}$  乃至  $-4\text{ ps/nm/km}$  であり、正分散光ファイバ22による分散補償後の平均波長分散  $D_{avg}$  は、ゼロに近い正又は負値である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の局所分散補償スパンと、所定周期で配置される広域分散補償スパンと、各スパンを接続する光中継増幅器とかならなる光ファイバ伝送路であって、

当該局所分散補償スパンは、実効断面積が $130\mu\text{m}^2$ 以上で正分散の第1の光ファイバ及び当該第1の光ファイバから出力される光を伝搬する $-50\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 以下の負分散値を有する第2の光ファイバからなり、当該広域分散補償スパンは、当該第1の光ファイバと同じ構成及び組成の光ファイバからなる第3の光ファイバからなることを特徴とする光ファイバ伝送路。

【請求項2】 当該広域分散補償スパンの距離は実質的に、当該局所分散補償スパンの距離に等しい請求項1に記載の光ファイバ伝送路。

【請求項3】 当該局所分散補償スパンの当該第2の光ファイバによる分散補償後の平均波長分散が $-4\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 乃至 $-1\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ である請求項1に記載の光ファイバ伝送路。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、波長分散を管理した光ファイバ伝送路に関する。

【0002】

【従来の技術】長距離の光増幅伝送システムでは、累積波長分散を所定値内に抑制する必要がある、そのために、適当な間隔で分散補償ファイバが挿入される（特開平6-11620号公報又は米国特許第5,361,319号）。

【0003】伝送容量を拡大する方法として注目されている波長分割多重（WDM）光伝送では更に、伝送用光ファイバの波長分散が各波長間で異なる（分散スロープ）ので、累積波長分散が波長毎に異なってくるという問題がある。当初は、波長間の累積波長分散値の差を受信側又は送信側で補償する構成が提案されたが、送信側又は受信側で補償できる分散量にも限度がある。また、許容できる分散値の差は、1波あたりの伝送速度が大きくなるにつれ小さくなる傾向にある。

【0004】そこで、各光中継スパンで累積波長分散を局所的に補償しつつ、所定数の光中継スパン毎に広域的に累積波長分散を補償する光伝送路が提案されている（例えば、特開2000-82995号公報、T. Naito他、ECOC '99 PDPD2-1, Nica, 1999及び特開2000-261377号公報）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】特開2000-82995号公報及びT. Naito他の論文に記載の構成で、負分散ファイバとして、分散値が約 $-20\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 乃至 $-45\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ の光ファイバを使

用すると、正分散ファイバに対する負分散ファイバの長さの比が大きくなる。その結果、比較的小さな実効断面積を有する負分散ファイバへの光入力パワーが大きくなり、非線形効果による信号劣化が顕著になる。

【0006】特開2000-261377号公報に記載の構成では、局所分散Localを正值（ $+1\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 乃至 $+4\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ ）としているので、広域補償周期で配置される分散補償ファイバを負分散ファイバとする必要がある。実際のシステムの保守を考慮すると、中継器間隔は20km以上であることが望ましく、且つ、どの中継スパンの長さもほぼ等しいのが望ましい。しかし、分散値が $-50\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 以下（絶対値が $50\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 以上）の負分散ファイバを広域補償に使用すると、その長さは約10km程度でよくなり、他の中継スパンの長さとは大きく異なってしまう。中継スパンの長さを等しくしようとすると、広域補償用の分散ファイバとして波長分散値の異なる第3の光ファイバを用意しなければならず、使用する光ファイバの種類が3種類になってしまう。これは、保守管理を困難にする。例えば、破断箇所を接続する場合、3種類の光ファイバを用意し、破断箇所の光ファイバに合うものを選択して挿入する必要がある。

【0007】また、負分散ファイバの実効断面積は小さいので、広域補償用の中継スパンの負分散ファイバにおける非線形効果による特性劣化を低減するには、光入力パワーを小さくする必要がある。例えば、減衰器を直前に配置する必要がある。

【0008】本発明は、2種類の光ファイバで波長分散を平坦化した低非線形な光ファイバ伝送路を提示することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光ファイバ伝送路は、複数の局所分散補償スパンと、所定周期で配置される広域分散補償スパンと、各スパンを接続する光中継増幅器とかならなる光ファイバ伝送路であって、当該局所分散補償スパンは、実効断面積が $130\mu\text{m}^2$ 以上で正分散の第1の光ファイバ及び当該第1の光ファイバから出力される光を伝搬する $-50\text{ps}/\text{nm}/\text{km}$ 以下の負分散値を有する第2の光ファイバからなり、当該広域分散補償スパンは、当該第1の光ファイバと同じ構成及び組成の光ファイバからなる第3の光ファイバからなることを特徴とする。

【0010】このような分散管理により、長距離でも良好な伝送特性を実現できる。また、実質的に2種類の光ファイバで済むので、保守管理が容易になる。

【0011】好ましくは、広域分散補償スパンの距離は実質的に、当該局所分散補償スパンの距離に等しい。これより、仕様の同じ光中継増幅器を利用できる。これも、保守管理を容易にする。

【0012】好ましくは、局所分散補償スパンの当該第

2の光ファイバによる分散補償後の平均波長分散が $-4\text{ ps/nm/km}$ 乃至 $-1\text{ ps/nm/km}$ である。これにより、 $1000\text{ km}$ 程度以上の長距離で、高速大容量のWDM伝送を実現できる。

【0013】

【実施例】以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

【0014】図1は、本発明の一実施例の概略構成ブロック図を示し、図2は、分散マップ、即ち、累積波長分散の距離変化の模式図を示す。

【0015】10は、WDM信号光を光伝送路12に出力する光送信装置、14は光伝送路12を伝搬したWDM信号光を受信する光受信装置である。光伝送路12は、光中継増幅器16（16-1、16-2、・・・）により区分される複数の中継スパンからなる。本実施例では、累積波長分散と分散スロープが、1中継スパン毎に局所的に補償されると共に、累積波長分散が所定数の中継スパン毎に広域的に補償される。局所的な分散補償を行う中継スパンを局所補償スパンと呼び、広域的な分散補償を行う中継スパンを広域補償スパンと呼ぶ。図1に示す実施例では、局所補償スパンは1中継スパンに等しい。6つの局所補償スパンの後の1中継スパンが、広域補償スパンになる。図1に示す実施例では、6つの局所補償スパンとその後の広域補償スパンを基本単位として、これが、光受信装置14まで繰り返されることになる。

【0016】局所補償スパンは、正分散光ファイバ18（18-1、18-2、・・・）とその出力光を伝搬する負分散光ファイバ20（20-1、20-2、・・・）からなる。広域補償スパンは、正分散光ファイバ18と同じ光ファイバからなる正分散光ファイバ22のみからなる。本実施例では、1中継スパンは $20\text{ km}$ 以上、正分散光ファイバ18、22の実効断面積 $A_{\text{eff}}$ が $130\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上であり、負分散光ファイバ20は、波長分散が $-50\text{ ps/nm/km}$ 以下の光ファイバ、即ち、波長分散の絶対値が $50\text{ ps/nm/km}$ 以上の負の波長分散を具備する光ファイバからなる。

【0017】図2に示すように、局所的な分散補償の後の波長分散値、即ち、局所的な平均波長分散 $D_{\text{local}}$ が負値になり、且つ、広域的な分散補償後の波長分散値、即ち、広域的な波長分散値 $D_{\text{avg}}$ がゼロに近い正值又は負値になるように、正分散光ファイバ18、22と負分散光ファイバ20の波長分散及び長さを設定する。基本的に、各中継スパンの長さを等しくする。これにより、各光中継増幅器16として同じ仕様及びゲイン特性のものを使用でき、保守管理が容易になる。

【0018】 $D_{\text{local}}$ は $-1\text{ ps/nm/km}$ 乃至 $-4\text{ ps/nm/km}$ 程度が好ましい。このような分散制御により、伝送容量を従来よりも1.5倍に増加できる。

【0019】本実施例では、広域補償の段階で分散スロープを補償しない。従って、波長毎の累積波長分散が広域補償周期で拡張する。しかし、本実施例では、2種類の光ファイバで光伝送路部分を構成できるので、保守管理が容易になるという利点がある。広域補償周期で分散スロープを補償しないことが伝送特性に与える悪影響は、 $10000\text{ km}$ 伝送の場合でも少ない。

【0020】負分散光ファイバ20の好ましい分散値を、 $7750\text{ km}$ 伝送の場合と $10000\text{ km}$ 伝送の場合で調べた。その測定結果を図3に示す。横軸は負分散光ファイバ20の分散値、縦軸は $Q^2\text{ (dB)}$ の平均値をそれぞれ示す。図3から、負分散光ファイバ20の波長分散値を $-50\text{ ps/nm/km}$ 以下とすればよいことが分かる。

【0021】局所的な分散値 $D_{\text{local}}$ の最適値範囲を測定した。その測定結果を図4に示す。ここでは、伝送距離 $6000\text{ km}$ 、 $10\text{ Gbit/s}$ の16波長を多重した。広域補償を7中継スパン毎に行った。負分散光ファイバ20の分散値を変えることで $D_{\text{local}}$ を走査した。その他のパラメータ値は、上述の通りである。横軸は $D_{\text{local}}\text{ (ps/nm/km)}$ を示し、縦軸は $Q^2\text{ (dB)}$ を示す。図4から、 $D_{\text{local}}$ を $-1\text{ ps/nm/km}$ 乃至 $-4\text{ ps/nm/km}$ の範囲とすることで良好な結果が得られることが分かる。

【0022】正分散光ファイバ18、22の実効断面積 $A_{\text{eff}}$ の影響を調べた。図5は、その測定結果を示す。横軸が正分散光ファイバ18、22の実効断面積、縦軸が $Q^2\text{ (dB)}$ をそれぞれ示す。伝送距離 $6000\text{ km}$ 、 $10\text{ Gbit/s}$ の16波長を多重した。 $D_{\text{local}}=-4\text{ ps/nm/km}$ とし、広域補償を7中継スパン毎に行った。図5から、正分散光ファイバ18、22の実効断面積 $A_{\text{eff}}$ を $130\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上とするのが好ましいことが分かる。

【0023】正分散ファイバの材料分散は、 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 帯で $+20\text{ ps/nm/km}$ 前後であり、これが実質的に最大値である。また、負分散ファイバは、 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 帯で負分散及び負分散スロープを具備し、実効断面積が $20\text{ }\mu\text{m}^2\sim 30\text{ }\mu\text{m}^2$ 程度であり、これが実質的には最大値である。

【0024】

【発明の効果】以上の説明から容易に理解できるように、本発明によれば、2種類の光ファイバを使用して、良好な長距離伝送特性を実現できる。分散管理及び保守管理が容易になり、高速大容量のWDM伝送で良好な伝送特性を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の概略構成ブロック図である。

【図2】 図1に示す実施例の累積波長分散の距離変化の模式図である。

【図3】 負分散光ファイバ20の分散値の影響を調べた測定例である。

【図4】 Dlocalの最適範囲をの測定例である。

【図5】 正分散光ファイバ18、22の実効断面積の好ましい範囲を調べた結果である。

【符号の説明】

10：光送信装置

12：伝送用光ファイバ

14：光受信装置

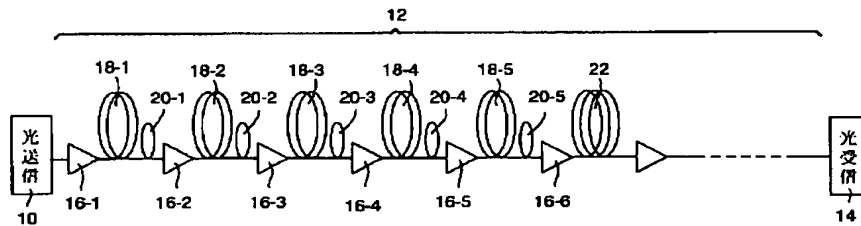
16（16-1、16-2、・・・）：光中継増幅器

18（18-1、18-2、・・・）：正分散光ファイバ

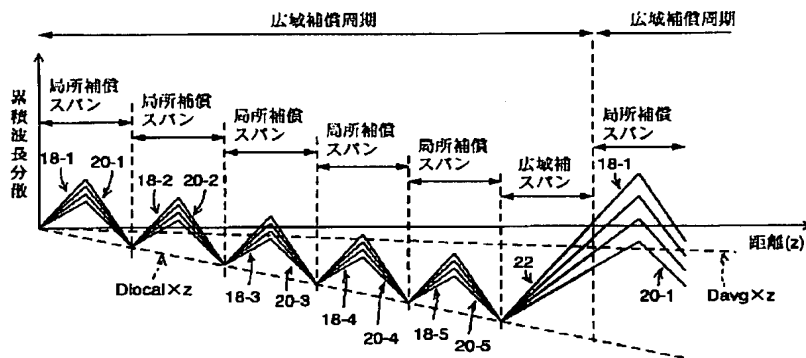
20（20-1、20-2、・・・）：負分散光ファイバ

22：正分散光ファイバ

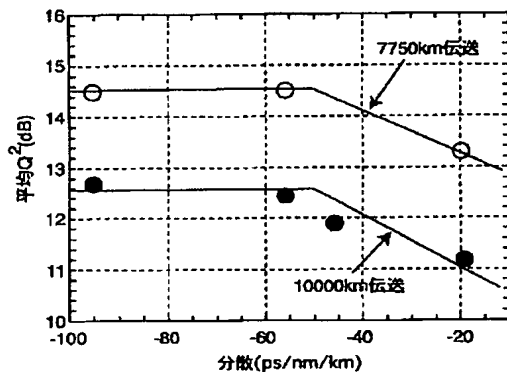
【図1】



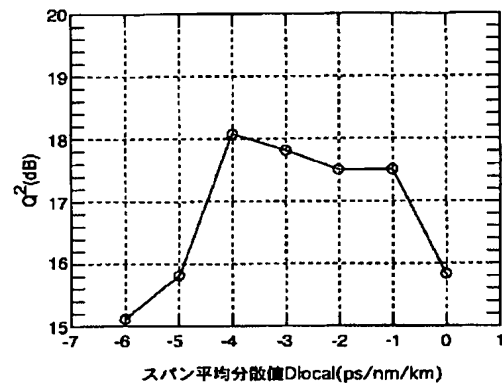
【図2】



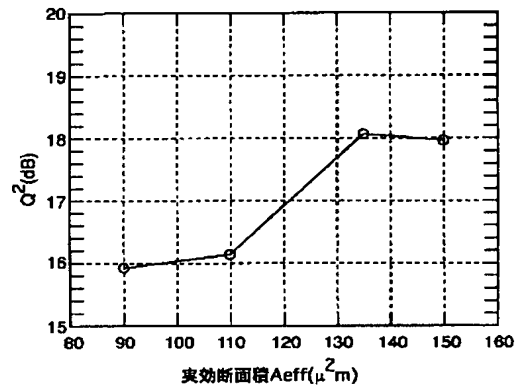
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

H 0 4 B 10/13

10/12

(72) 発明者 枝川 登

埼玉県上福岡市大原二丁目 1 番 15 号株式会  
社ケイディディ研究所内

(72) 発明者 鈴木 正敏

埼玉県上福岡市大原二丁目 1 番 15 号株式会  
社ケイディディ研究所内

F ターム (参考) 2H050 AC71 AC76 AC81

5K002 AA01 AA03 CA01 DA02 FA01